

全国自然保护管理人员训练班

# 教材汇编

建设部环保局自然保护处

1984年5月

# 目 录

|                         |           |
|-------------------------|-----------|
| 环境生物学概论·····            | 周纪伦 (1)   |
| 生态系统基本知识·····           | 蒋志学 (17)  |
| 自然地理基础知识·····           | 卢培元 (34)  |
| 农田生态系统概论·····           | 辛德惠 (82)  |
| 关于自然保护区的基本知识·····       | 王献溥 (117) |
| 野生植物资源和珍贵稀有植物的保护·····   | 王献溥 (129) |
| 野生动物资源和珍贵稀有动物的保护·····   | 朱 靖 (136) |
| 我国土地资源的利用和保护·····       | 赵存兴 (177) |
| 草原资源的利用和保护·····         | 雍世鹏 (216) |
| 森林资源的利用和保护·····         | 刘东来 (236) |
| 环境水利—兼论水资源的合理利用和保护····· | 沈增卿 (259) |
| 环境法的基本知识·····           | 程正康 (275) |

# 环境生物学概论

## ——人类及环境复合系统的生物学原理

复旦大学生物学系

周纪纶

### 一、导 言

环境生物学是一门新兴学科，它是环境科学的一个组成部分。刘培桐教授在环境概论中把环境科学定义为：“以人类与环境这对矛盾为对象，研究其对立统一关系的发生与发展，调节与控制，以及改造和利用的科学。”他还提出这门科学的特定对象，具体化即“人类—环境系统。”

人类—环境复合系统，也就是社会—经济—自然系统（马世骏等，生态学报 4 卷 1 期 1984.3），这是一个在特定空间和时间里，由社会、经济、和自然三个不同性质的系统，由于人类经济活动而联结起来的复合系统。

环境生物学是研究这样的复合系统中以人口为中心的生物学特征和功能。它的基本任务在于阐明在人的社会、经济、和自然系统之间复杂交错 of 相互关系，特别侧重其中的生物学基本规律；以及如何按照这种客观规律来解决现实的重大环境问题。

社会发展与自然保护的矛盾，是工业化社会阶段的一个最突出的问题。表现是城市传统工业的发展，严重地污染了城乡的环境；农村高能农业的发展，对自然造成大规模破坏。

产生这种表象的原因现在已经比较地清楚，主要有两个方面：认识与技术。

就人与自然的认识来说，从农业发展，工业兴起，人类愈来愈强化了向自然索取，发展到相信凭藉技术力量可以无尽地“征服自然”。在这种观念指导下，形成了“牧童式的经济”。牧童放牛，有一片草，吃一片，吃光了，再换一片。牛群日多，草地愈小。总有一个时候，无草可吃，无地放牧。现时，社会的人口、资源，环境问题，就是牧童式经济发展的恶果。

马克思早已明确地提出：“社会与自然的结合是人类发展的一个特征。”恩格斯说：“我们必须时时记住，我们统治自然界，决不象征服者统治异族一样，决不象站在自然界以外的人一样……我们是属于自然界，存在于自然界的；我们对自然界的整个统治是在于我们比一切动物强，能够认识和正确运用自然规律。”“社会经济与自然环境必须协同发展的观念。在“太空人经济”，即宇宙飞船的经济观中得到了一定的反映。弧立于

宇宙天体之中的密闭舱里，人只有依赖于空气、水、食物在利用后不断再生的循环，才能长期生存。按照这一原则来实现人与自然结合，建立经济发展与环境保护的关系，也叫做“生态发展”

农业兴起，是人类经济发展史的头一个转折点，它带来了封建文明，但同时也造成了对自然的大规模破坏。中亚、罗马、中国黄土高原的历史即是明证。工业革命，是第二次伟大的突破。工业化文明三百年，是建立在三个技术基础之上的：一、大量耗用不能再生的化石燃料。二、技术的突飞猛进。三、市场商品经济的发展——生产与消费相互分离。由此导致工业化的国家，不惜一切代价，不顾生态与社会危险，盲目追求国民生产总值。城市化大工业，与高能投入的工农生产，更加剧了城乡环境污染，自然环境破坏的进程，造成了深刻的环境危机。

未来的出路何在？要认真考虑恩格斯的以下一段话，“随着人类社会的发展，人们的需求会不断扩大，满足这种需要的生产力也会扩大，自然必然王国也就会扩大，在这个必然王国的彼岸，真正的自由王国的开始繁荣，依赖于建立在必然王国基础上的人类本身能力的发展。”实际上，在社会危机深刻化过程中涌现出一批代表后工业化时代的新型工业技术，电子工业，宇航工业，海洋工程，生物工程；以及由新的理论如信息论，系统论，控制论，生态论，已在生态经济同步发展的新“制高点”上，实行了高度的思想综合。正在蕴酿着一个巨大的变革，将给人类带来更加美好的未来。

我们在下面要讨论的就是在自然的必然王国基础上，人们在环境生物学方面本身能力的发展情况。它对于各位从事的大自然保护工作，无疑是会有所帮助的。

## 二、人类——环境复合系统

五十年代的系统论思想，强调事物的结构与功能的整体性；主张观察问题不能只是把事物分割为另星的部分，研究部分之间的因果关系；必须从整体上进行全面的了解，把握所有部分之间的总体关系。即一个部分的变化如何导致其他诸部分的变化(反馈)。七十年代生态论思想，强调人与自然的关系也必须用系统论的观点来认识，调节，控制。它还强调必须重视这种整体关系之中的生物学过程的作用。因为，人类——环境系统，是由人的社会系统，经济系统，及其社会经济所依存的自然环境系统(生态系统)联合而成的复合系统。大家知道生态系统的结构与功能，主要由其中的生物组成的活动，由各种生物相互的关系来体现。生物及生命活动是生态系统的基础，也是最活跃的因素。人是人类——环境系统的核心。无论是自然的人，还是社会的人，其生命活动与从事生产的行为，都离不开生物学的过程。

### 1、人口——人类环境系统中的基本因素。

人口(population)，是特定空间里的整个人群。人口有双重的即自然的和社会的属性。作为自然的人，也和其它生物一样，在一定环境之中有人口数量的变化，这种变化既受人口的性别与年龄结构的影响，又被环境的容量制约。另一方面人类社会，生产劳动上有分工，经济地位有差别，文化技术水平不同，还有社会习俗风尚(伦理道德)

因素的影响。所有这些构成人与人的复杂社会关系，或社会结构。并深刻地影响到人与自然的关系。

人口增长——人口的数量与分布是人与自然关系的一个决定因素。

生物个体数量的变化，是在一特定空间里包括个体出生死亡，迁入迁出的时态过程，可表述为

$$N_{t+1} = N_t + (\text{出生} - \text{死亡}) + (\text{迁入} - \text{迁出})$$

$N_t$ 是 $t$ 时间的个体数（以单位面积表示即密度）， $N_{t+1}$ 是 $t$ 时间加一个单位时间（年）后的个体数（密度），出生率是在该单位时间内各项的数量变化。

单位时间内出生并成活的个体数（ $N_{t+1} - N_t$ ）与人口个体总数 $N_t$ 之比的百分数，称为人口的增长率（ $r$ ）。假定人口增长率为恒定不变，不存在环境条件的限制。人口数量的变化率（ $dN/dt$ ）是 $r$ 与任一时间（ $t$ ）的人口密度（ $N$ ）的函数。

$$dN/dt = rN \quad (1)$$

方程（1）的解，为

$$N_t = N_{(0)} e^{rt} \quad (2)$$

方程（2）中 $N_0$ 是初始的人口密度， $e$ 是自然对数的底。

这个方程，就是指数增长的人口增长方程，也就是表述在不存在限制条件下，人口按自然增长率持续增长的情况。但是，在自然界，不论是人还是生物，都罕有可能持续这样的增长。必定要受生存空间和自然资源所允许的最大极限的限制。于是人口自然增长也和其它生物种群一样，其变化率（ $dN/dt$ ），可以用逻辑斯谛方程来描述：

$$dN/dt = rN (1 - N/K) \quad (3)$$

$$N_t = \frac{K}{1 + e^{a - rt}} \quad (4)$$

方程（3）中的 $K$ ，叫做环境最大容纳量，即在该环境所能允许的人口最大（密度）数值。方程式中的 $a$ ，其数值取决于 $N_0$ 。表示“S”形曲线起点对坐标原点的相对位置。

从图1可见，指数增长是J型曲线，逻辑斯谛增长是S形曲线，J形增长在增长超过 $K$ 值以后，会随之剧烈下降，大起大落，最后还会趋向合理的密度；S形曲线是在一适当的拐点（转折点）后，增长趋向一个与 $K$ 相平行的渐近线。即达到相对稳定。

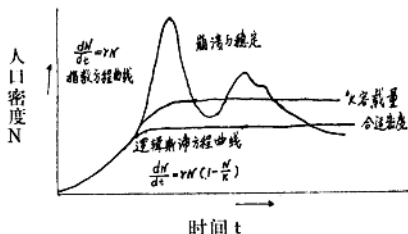


图1、种群（人口）增长模型

在逻辑斯谛方程中的三个变量：种群密度（ $N$ ）；环境阻力（ $K - N/K$ ）；和增长率（ $r$ ）；存在着相互之间的调节反馈效应。使方程平衡值趋近于环境容量（ $K$ ）。

据1975年联合国人口统计资料，各大洲现对人口增长情况如下

| 地 区   | 出生率<br>1000 | 死亡率<br>1000 | 平均增<br>长率<br>年 | 加倍时间<br>年数 | 人口总数<br>(百万)* | 密度<br>平方公里 | 到2000年**<br>时密度 |
|-------|-------------|-------------|----------------|------------|---------------|------------|-----------------|
| 全 世 界 | 31.5        | 12.8        | 1.9            | 36         | 3960<br>(36)  | 29.3       | 48              |
| 亚 洲   | 34.9        | 13.6        | 2.1            | 33         | 2255<br>(38)  | 83.5       | 139             |
| 欧 洲   | 16.1        | 10.4        | 0.6            | 116        | 473<br>(24)   | 96.0       | 116             |
| 苏 联   | 17.8        | 7.9         | 1.0            | 69         | 255<br>(36)   | 11.4       | 15              |
| 非 洲   | 46.3        | 19.8        | 2.6            | 27         | 401<br>(44)   | 13.2       | 27              |
| 北 美   | 16.5        | 9.3         | 0.9            | 77         | 237<br>(25)   | 11.0       | 16              |
| 拉丁美洲  | 36.9        | 9.2         | 2.7            | 26         | 324<br>(24)   | 15.7       | 32              |
| 大 洋 洲 | 24.8        | 9.3         | 2.0            | 35         | 21<br>(31)    | 2.5        | 4               |

\* 括号内 ( ) 的数字是15岁以下的人口

\*\* 依据美国现时增长的估计

这张统计表说明了：1) 不同大陆上，现时人口密度相差悬殊，亚洲虽然次于欧洲，但人口总数比苏联和北美高出4倍。大洋洲最少。仅相当于北美的1/4。2) 还说明人口增长的调节因素主要在平均增长率和基本数量的变化。亚洲的人口平均增长率相当高，于是人口成倍增长所需年数也短，只要三十三年就加一倍。按这种速度增长，到2000年亚洲人口密度就跃居世界的首位了。欧美增长率低于1，人口增长相对平稳、缓和。3) 现实人口之中15岁以下（即未进入育年龄）的人口数字，这部分人口是潜在的增加因素。比例过大，当这部分人口进入婚配生育年龄，平均增长率必然会相应的增高。反之，则会有降低。

人口结构——人口的男性与女性的数量比，叫做性比。如把同一年龄的个体作为一个龄级，各个龄级的个体数与全部人口总数之比，称为年龄比。按龄级顺序分列男女作出龄级比的图，即龄级金字塔，综合反映出人口的年令结构与性比。

(图2) 是印度与瑞典人口统计的年龄比与性比的金字塔。它可反映出这两处人口的未来增长趋势，印度人口中15岁以下的约占45%，其中女性约半数，如果按在2040年前青年女性在组织家庭后，节制生育。生子不超过二人，则其人口也将达到10亿。而在瑞典人

口则是稳定的，除非出生率发生戏剧性的增加。

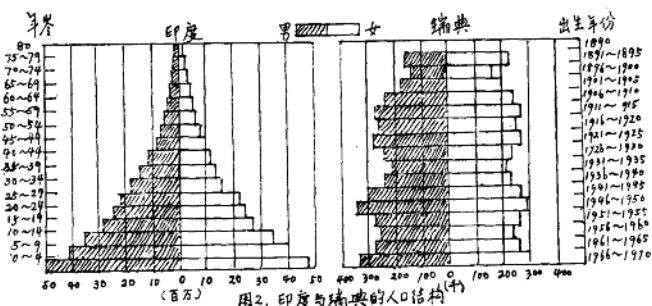


图2. 印度与瑞典的人口结构

人口结构是影响地区人口数量动态的重要因素。因为，人口平均年增长率是出生率与死亡率的差，而出生或死亡与年龄级是有关的。按龄级区分出生育前期，生育期，和生育后期，龄级金字塔即反映了人口的生育潜力的大小，预示人口增长的趋势。

另一方面，从社会的角度来看，一个地区的城市人口与农村人口的比例，具有十分重要的意义。城市人口的比重增加，是社会发展的一个标志。大工业与大市场集中于城市，随着工业技术的发展，城市不断的扩大，农村人口流入城市的过程加速。（图3）

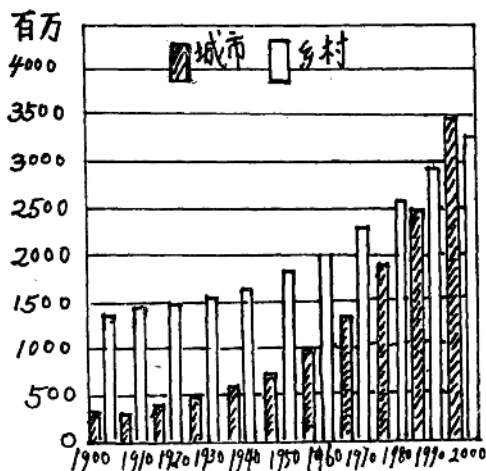


图3.

图3、世界城市（两万人口以上的城市）人口与农村人口

据1973年联合国统计，比利时城市人口占86.8%，瑞典81.4%，英国78.5%，加拿大73.6%，美国73.5%，日本72.2%法国70%。据苏联1962年统计，印度城市人口只21%，乌干达及赤道非洲大部分国家仅4—5%。日本特别突出，1920年日本城市人口仅18%，到1969年即增长到71%，1973年再增加到72%，在东京，大阪，名古屋三大城市以50公里为半径的范围内，面积仅占全国的1%，而人口却高达全国的32%。

在城市人口之中产业工人与第三职业（包括交运，商贸，财政，公用，医卫，工程技术，

生活服务)的人口比例,有后者逐渐增长,前者比重下降的倾向。这是社会生产技术高度发展(机械化,自动化)和物质享受不断提高的结果。

二十世纪世界人口数量的急剧增长,和人口结构的巨大变化,必然会在人与环境(生物圈)的关系上产生强烈的反应。

人口之所以成为重大社会问题。主要是指:世界人口数量过于迅速的增长与地球生物圈容量,特别是某些地区生态系统(自然环境)的承载能力,不能保持平衡。

## 2、系统的结构特征

从结构来看,任何系统都有其一定的组分,各组分之间以一定的变量相联系,并共同完成其特定的功能。

生态系统,在其组分的划分上,有二个水平。首先是按营养的特征,分为生产者,消费者,分解者(或还原者);也就是所谓营养级的划分。其次是在各个营养级之中还可按种类(种群)来划分,上一个营养级中的种群与下一个营养级的种群有着营养上的交错联系,即构成食物链网,通过食物链网,才有能量流通。物质循环,信息传递,才会具有生态系统的自我维持和自我调节能力。才能维持生态系统的持续发展,才能不断地提供生物生产,满足人类社会物质文化生活的日益增长的需要。

自然生态系统结构反映其基本功能,又叫功能结构。生物的食物链网是系统网络结构。它是能量,物质,信息流通的渠道;是推动能量,物质,信息流转的动力;是维持系统存在和稳定的调控枢纽;更是整个系统自然生产力的集中体现。

当我们把生态系统功能结构的模式,应用到人类环境系统时,首先碰到的一个很大的难题,就是人类社会结构与自然环境结构的组成成分的划分不一样。例如,构成社会主体的人口,是按社会生产的角度来划分,农民(第一产业);工人(第二产业);社会服务行业(第三产业)。现在,新技术革命还提出了信息行业(即第四产业)。人口职业划分,不同于生物营养级的划分。更具体一些,比如大农业,有种植业,林业、牧业、渔业、付业、农村工业等等分工。同一经济生产部门中的各种行业,相互之间的关系,也不似营养级之间那样,存在有序的定向运动。为了建立适当的人类环境结构模型,当前还正处在多方面的探索过程中。

人类环境系统结构的总模型——(图4)是一个按照能流和物质流,将人类社会系统,生物群落(自然生态系统),和自然环境系统,联合为一个整体的图解模型。它概略地表征了一个特定的地理空间环境系统(大框)里,包含着二个关连着的子系统,即生物系统和社会系统。还有二个库,即营养物质和能库。各个子系统单位以小框表示。各框之间相互的能量与物质流动,分别以线和虚线表示。这是一个粗略的框图。它没有表示出社会的政治文化因素,以及科学技术因素对系统的功能的作用。

## 3、系统的功能

基本功能是能量从自然环境到社会的单向流通,物质在自然与社会之间反复循环。从上面的社会——环境系统模型中可以看到社会的能量消耗的一个主要来源即生物系统

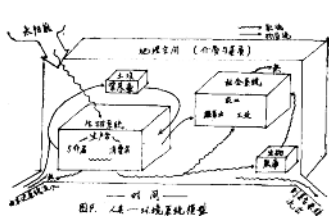


图4 人类——环境系统模型 周纪伦 1819另一个概括的模型是马世骏等提出的 (1984)。

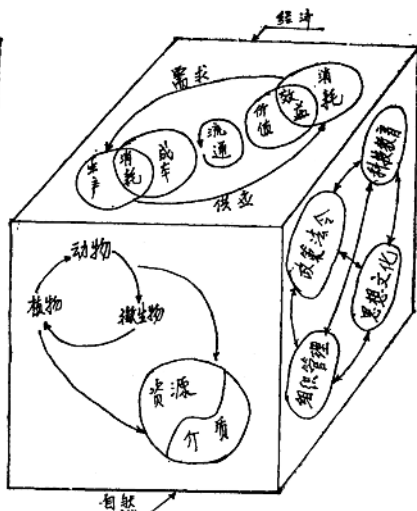


图5. 社会—经济—自然复合生态系统示意图

所固定的太阳能。社会生产所需的生物原料 (能源与物质)，也只有取自生物系统。同时社会代谢排出的能量和物质也要回到自然生态系统。

1) 从生物系统进入社会系统的能流。最初人类利用生物能量的方式。主要是通过食物，这也和处于食物链中的其它生物一样。以后使用了火、柴草供作燃料，再是使用煤，天然气和石油，这就不仅动用了植物活体中贮存的能，而且也利用了积贮地表的木材和遗存在地层中的生物化石燃料。

粮食与付食是作为人体动力的唯一能源。但是，自然生态系统 (不论那种类型，包括森林、草原等) 都不能充分满足和保证这种需要，只能靠人工植物群落 (农田) 和人工动物群落 (牧群) 的生产，才能满足这种基本要求。农田不仅是自然的恩赐，更是人类劳动和智慧的产品。在世界历史上出现过二次农业革命，一次是在英国工业革命前后，广泛地采用了豆科绿肥的轮作 (中国比英国早，从汉朝到后魏时，豆科轮作已经推广了，参见“齐民要术”)。另一次是二十世纪的绿色革命，即推广了短秆耐肥的高产杂交稻麦良种。这二次农业生产力的解放，也确实对人类社会的发展起到了很大的影响。但是，目前世界上人口稠密地区和干旱地区的粮食供应，是令人失望的，大多数发展中国家和人民，每天食物热量不到二千卡，蛋白质的摄取量只有发达国家居民的一半，这样的营养水平，显然不足以维持正常的健康。还要看到，在某些地区和国家人口的增长与粮食增长比例失调，1960—65年之间发展国家人口增长11.5%粮食增长仅6.9%，出现逆差，即平均口粮有所减少。另一面，农田面积由于水土流失，地力衰竭，大面积沙化，居房和工业的占用，总的说是在缩小，而不是扩大从1957—1977全国减少耕地一亿八

千万亩，平均每年减少一个福建省的耕地面积。（实际上扩大的潜力也不大。因此，粮食问题已是一个世界性的重大社会问题，反映了社会——环境系统中人与自然生物的食物链的失调。

生物能源的库存（能库）是一笔自然历史遗留给人类的巨大财富。经过漫长地质历史，由点滴积累汇贮在地层中的煤藏、原油和天然气，就其性质而言，至少在人可见的时间里，是不可再生的资源，用一点就少一点。当然，为了发展现代工业，现代农业和人民生活的基本需要（如炊饮、取暖），是必需开发利用这个能库的。但是现实的情况是在使用上大手大脚，过于浪费和不经济。例如美国婴儿在其平均活65岁的一生之中，每年耗能量相当于13吨煤当量，世界的水平是每人五吨（1970）。耗用如许巨大的化石燃料中的能，除了一部分是用于生产外，很大一部分是用于空调和汽车，以及其它生活上过奢的享受（图7）。生物化石能源正在不断耗竭，而人们的生活享受耗能却无止境的加速增长。这就是当前的世界能源危机。

人类社会的发展，在能量问题上必须使用得更合理，必需更经济有效，必需量入为出。这不是谁的主观武断，而是社会——环境系统的功能特征所决定的社会与环境相互关系的规律。现时，极迫需要进一步在这个总规律之下，结合地区的和社会的具体情况，对社会——环境系统能源的细节和动态，开展深入全面的研究，作出准确评价，找出恢复正常运转的恰当办法。

## 2) 生物系统与人类社会之间的物质循环。

系统内部能流是推动物质运转的动力，能流量大，耗能多，物质的流转量也大。

在自然生态系统中，靠着绿色植物光合作用把太阳能转变为生物化学能，推动着植物生产，即以植物体为生产机器，以 $\text{CO}_2$ 与 $\text{H}_2\text{O}$ 为基本原料，加上从土壤中吸取的各种生物营养元素，合成第一性（初级）植物产物——粮食，蔬菜，纤维，油脂，木材等等。植物产物被动物再利用为能源和营养，于是有第二性（次级）动物产物——肉乳，禽蛋、鱼等等。这些产品在自然界是沿食物链流转，最后大部分被微生物分解，重又以元素状态归还给环境，供再次循环时使用。还有一部分贮藏化石燃料和土壤中（肥力），这是收支的节余是供在收支不平衡时起调节作用的库。由于人的需要在急剧增加，于是这种自然的物质循环过程，一方面运转加速，一方面输入与输出量增大。从经济角度看这本是好事，周转快，效率高的农业生态系统，这比现有的自然生态系统优越，靠着它才促进了人类社会的巨大发展。农业为基础，不是暂时之计，而是社会发展的必然。是自流和经济规律所决定的。不论怎样现代化，都离不开这一条。但是也应看到在社会——环境系统和物质循环，也出现了另一些突出的矛盾。例如，1）强度经营，增加复种，单种连作，都在不同程度上，造成收支的逆差，耗竭着土壤营养库，从而使物质的再循环水平，不是逐步提高，而是逐步衰退。2）虽然补充地力，大量增施化肥是必要的，但

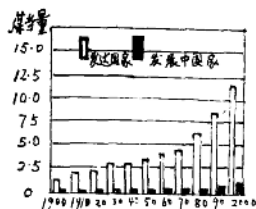


图7 世界的能源消耗量

余是供在收支不平衡时起调节作用的库。由于人的需要在急剧增加，于是这种自然的物质循环过程，一方面运转加速，一方面输入与输出量增大。从经济角度看这本是好事，周转快，效率高的农业生态系统，这比现有的自然生态系统优越，靠着它才促进了人类社会的巨大发展。农业为基础，不是暂时之计，而是社会发展的必然。是自流和经济规律所决定的。不论怎样现代化，都离不开这一条。但是也应看到在社会——环境系统和物质循环，也出现了另一些突出的矛盾。例如，1）强度经营，增加复种，单种连作，都在不同程度上，造成收支的逆差，耗竭着土壤营养库，从而使物质的再循环水平，不是逐步提高，而是逐步衰退。2）虽然补充地力，大量增施化肥是必要的，但

使用不适时或过量，不得法，会促使N、P等元素，从农田中过多流失，流入湖沼，河流，引起水体的富营养污染，恶化水生生物的生产条件，降低水产品的量和质。8) 防治虫病的危害，广泛而过量盲目使用各种人工合成的农药，杀虫剂、杀菌剂、除莠剂，残毒的影响已造成农田、水体和食物的严重污染；这些毒物通过食物链富集危害了农业生产和人体健康。

化肥和农药使用量，曾被视为农业现代化（化学化）的一个标志。实际上，这个问题，要有科学、客观的具体分析。如果说，像目前在我国严重水土流失不止，每年流掉的N和P量，仍然与全年化肥生产量相差不多的话，这不仅不符合最起码的经济原则，而且遗祸无穷。

在社会——环境系统中还有另一种社会生物学的物质循环，这就是人类的工业生产与自然环境之间的物质交换。工业从原料到产品的生产程序中，原料并不能全部转化为产品或有价值的副产品，有一部分是以废弃物形式，放到自然环境中，进入生物学循环，所谓工业的“三废”是指这些物质排放时的物理状态。仅从形态上区分并不能充分说明工业有害物质污染环境的实质。唯有了解其对社会——自然环境系统中的生物学循环才能较全面的认识这个问题，例如， $\text{SO}_2$ 是燃煤（火力发电，工业炉），石化，染料，硫酸工业排放的废气，在干燥空气中可氧化为 $\text{SO}_3$ 并停留在大气中1—2个星期，在60小时内可扩散到1000公里的半径范围内，迁到湿空气可产生酸雾，酸雨，沉降进入水体，水中是以 $\text{SO}_4^{2-}$ 进入生物系统循环。

汞污染是因日本出现“水俣病”甲基汞中毒的重大重金属污染事件而被人所重视的。进入环境中的汞，一部分是由岩石风化释放出来；而另一部分是人为来源，即开采汞矿和工农业用汞过程中流失。氯碱工业、电器设备、涂料、药物和农药是人为来源的大宗。汞因气化而逸入大气，再随雨水降落到地面，固定在土壤中，或流入水体。天然水体中，一般汞浓度不超过0.1微克/升，本底是很低的，这是由于汞进入水体后，多以不溶性化合物积聚在水底沉积物中，沉积物中的汞化合物，能在一定条件下向水体中释放汞，并在水生生物，尤其在鱼贝体中富集，经食物链而对人发生危害。

水俣病是由于水体沉积物中的汞甲基化，甲基汞经水产生物体的富集，通过食物而在人体中积累的结果。现在已了解任何可合成甲基维生素 $\text{B}_{12}$ 衍生物的微生物。例如产甲烷厌氧细菌等，都能使汞甲基化，在厌氧和富氧条件下微生物使汞甲基化的最初产物是甲基汞和二甲基汞。甲基汞挥发性强，脂溶性比水溶性大100倍，故摄入后几乎全部（98%）被吸收，不似无机汞可由体内排出。所以甲基汞中毒死亡率高达40%。而且会导致遗传性损害，中毒的孕妇婴儿畸形胎率增高，婴儿红血细胞中汞水平比母体要高30%，可见甲基汞对婴儿危害更大。水体中微量汞会导致严重的水俣病，原因是生物富集作用。

人工合成的有机氯（农药，如DDT，666，狄氏剂，艾氏剂），因杀虫力强，残效长，价廉，易于大量生产，曾在近30年被大量地使用。有机氯农药在病虫防治上起过巨大作用，但由于其性质有剧毒，脂溶性，和稳定不易分解，也带来了广泛污染危害。

例如DDT每年有3700吨直接从陆地流入海洋，随雨、雪降入海洋的更多，达

24,000吨。其在水中溶解度仅0.002PPm,而在脂肪中却高达10万PPm。在土壤中DDT 95%降解所需时间是4~8年。

由于DDT水溶性差,脂溶性高,分解又慢,所以生物脂肪中积累的浓度随食物链而迅速增高。

DDT降解中间产物DDE与DDD仍有毒性,称为DDT残毒。在人体脂肪中积蓄量,澳大利亚人为1.8PPm(56%为DDE)美国佛罗里达人为19.9PPm(63%为DDE)。

有机氯农药使用,不仅危害人,而且由于长期大量使用,使害虫产生了抗药性(1969年统计对DDT具抗药性昆虫已达228种)。同时,由于杀死了某些害虫的天敌。使那些原来为害不大的害虫,变为主要害虫。目前,美国、日本、瑞典等国家已规定禁止使用DDT等有机氯农药。

#### 4. 系统的生态学平衡

生态学平衡原是自然生物系统自我维持的一种基本功能。

所谓“生态学的平衡”,一般都理解为在一个生态系统中,或一个景观单元内部,各个组分及变量之间的关系保持着相对稳定的状态;能流在各个营养级之间的运转量维持着恒定的比例(如十分之一定律);物质在生物与无生命物质之间的循环基本上是收支平衡。也就是说该系统的基本功能都处于正常运转,组成结构是处于相对稳定状态。例如,北方的天然针叶林,大陆中心的天然草原,亚热带的常绿阔叶林,热带的雨林群落等等。这些稳定的自然生态系统,已在地球各个气候带中有着漫长历史,各种生物生死相继,已不知经过多少世代。其包含的动植物种类,各个种群的数量动态,各种生物相互的联系,生物与无生命物质之间交换与循环,都基本上维持着其原状,即使受到一定的人为破坏,或在自然条件的一定变化下有所改变,只要未受到强烈的持续的人为干扰在停止破坏或自然条件适当恢复原状时,它也可自行修补逐渐的复原。

自然生态系统为什么会具有自我维持其生态学平衡的功能?因为系统功能的核心是生物,生物有适合环境变化的功能。生物的适应性是其细胞、个体、种群在一定环境下的演化过程中逐渐发展起来的生物学特性,是生物与环境相互作用的结果。从植物和动物最初出现直到今天,在相对稳定气候环境下,大自然界存在各种互相联贯的各种食物链和食物网,并通过链网,进行着能量的流动和物质的循环,这种提供食物和取得食物的连锁关系,基本上没有变。所以古老的森林生态系统中各种食物链网,即使部分受到破坏,其它未破坏的部分仍可行使机能,并可为遭到破坏的部分提供重新修补的条件,以维持其自身的稳定。在理论上说,生态系统是具有强大活力,可以长期维持下去的。

我们还应看到自然系统的生态平衡的维持,是由于在其中各个组分具有维持能力,或自我调节能力,例如,我们在前面所介绍过种群个体数量变化率的Logistic方程。种群个体数量所以能维持在K值水平上下,这是由于种群通过生死过程(或迁入迁出)的自我调节作用,即改变 $r$ 或 $N_0$ ,以适应于环境的最大容载量(K)。但应了解生物自我调节是有限度的,如果超出它的限度,种群将会丧失其维持平衡的能力,遭到摧残或归于毁灭。当一个生态系统中有过多的种群动态平衡,因过大或过于频繁外力干扰,出现

紊乱的情况，系统结构稳定性即会破坏，功能也将严重失调。

自然界经历着大气候的变化，冰川侵蚀，火山爆发，地震台风和海啸等重大灾害的冲击，生物系统虽然在具体地段发生了局部变化，但其基本类型与基本种类仍然继续生存着。但是，人类社会对大自然的冲击，却表现出前所未有的破坏力，往往使自然系统和生态平衡严重失调。遭到毁灭性的后果，这是什么原因造成呢？

社会发展要求不断满足人们生活日益增长的物质需要，不断提高物质生活的水平。然而，人们更应考虑社会的物质需要是取自大自然，而地球的物质资源（特别是生物资源都在空间上有其不平衡性，不一致性。例如，各个纬度带的太阳能，地带的水热条件，地区的矿物与生物元素分布与贮存，都不一样，自然环境系统的生物生产力（生物量）也是有地带性的差异，因生物群落的类型而不一致的。（图8）是世界的地区的各生态系统类型的植物净生产力（千卡/平方米/年）的年平均增长率。和该地区及生态系统面积（ $10^6$ 平方公里）的大小（括号内的数字）。

植物净生产是动物生产的基础，按营养链的能流规律（十分之一）不可能期望在低的植物净生产上建立高的动物性生产。即使植物生产高，也要看其产物的构成形式，如森林的生产高于草原，但其多为木材，动物可食的部分较少，也不能直接从植物生产力总值来折算动物生产潜力。但是发展国家的人口消耗食物（食物构成食物量）都相当高，从营养水平看J·may估计2亿1千万美国人的食物可供15亿中国人（按中国平均口粮）食用。人们为了争取高营养，不能不大大发展农业和牧业，扩大耕地面积和增加畜群头数。于是往往带来破坏自然植被，增加草场负荷，造成森林和天然植被复盖率的急剧减少，过度放牧而引起草场退化或沙化。这种过程的长期持续，与逐步扩展，是使自然系统遭到不可恢复的破坏因素。

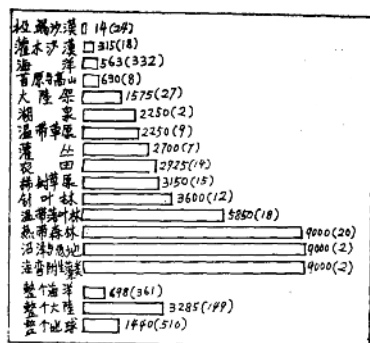


图8 世界各主要生态系统类型的年一性生产力及面积示意图

为了发展粮食，扩大农田生产，地球表面的自然环境系统的多样性，逐渐被单一的作物田块所代替，农田结构的简单化，使生态平衡变得脆弱了，农田对自然灾害（虫病、水、旱）的抗御和调节能力是远不及种类和结构复杂的天然群落的，这又增加了生产的波动性和风险的危害程度。

社会大型工业生产提供的生活物质，生产原料和工业废物是大自然中原来不具有的因素。对于自然生物来说是其历史发展中未曾经历过的新条件，需要有一个逐渐适应的过程。生物之中也必然会有一些在这些强烈冲击下，因不适应而淘汰。也

图8 世界各主要生态系统类型的年一性生产力及面积

必然会有一些生物因迅速适应而发展。从而，导致大自然系统的出现一系列重大的变化

。包括某些生态系统的介体和新的系统的重建。例如，水体污染而破坏其正常的水生系统，许多水生物的种群衰退，消失，生产力，或经济价值的下降；间时，在污染水体中也发展出污染生物区系或生物群落。现在的问题是生产所依赖的并不是这些不正常条件下的生物系统，而仍旧是原来正常的生态系统。于是，不能不特别重视污染对自然系统生产力和特性所造成的危害。值得特别重视的是工业区，大城市的生态平衡。因为大工业与大城市的人为影响是极其强烈，造成的自然生态平衡失调极其严重，它的对于人的危害反作用也极为严重。这个方面大家了解得比我更多，就不再多赘述了。

人的社会活动无论农业、工业、或其它方面对大自然所以会产生越来越大的冲击。根本的原因还在于人口的恶性膨胀（图9）。是从公元1年到2000年的世界人口增长。从新石器时代的农业可能供养的水平到罗马帝国复灭时期，人口约逐渐增长到4亿，经过一千多年之后，大约在公元1600年，才达到第1个10亿。从那时起，人口增长开始加快，这是由于工业革命，使工农业生产都提高的结果。也是医药保健使死亡率（特别是婴儿的）不断降低的结果。再经过300年，到1900年，人口就达到了第2个10亿。1950年到达第3个10亿，30年后，即1980年已达到44亿，而且正以每年8000万的速度增长着，预计到2000年世界人口将达到63~70亿。人口增长率能在下个世纪中的什么时候减慢，并开始稳定下来这是全世界人民都应关心的问题。

总之，大自然的生物系统自我维持生态平衡的能力，应当在人的社会——自然系统中得到继承和发展，人应当为了社会的发展，为了自身目前和长远的利益，在其与大自然的生态关系中，自觉地维护和发展生态平衡的稳定性，提高其生态平衡的水平，而不是相反。现在，是到了必须改弦易辙，将人的科学技术，文明智慧用来维护调整和提高人类生存环境的时候了。

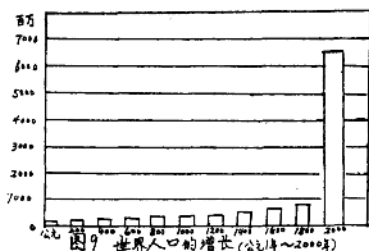


图9 世界人口的增长（公元1年~2000年）

### 三、调整人与自然关系的策略

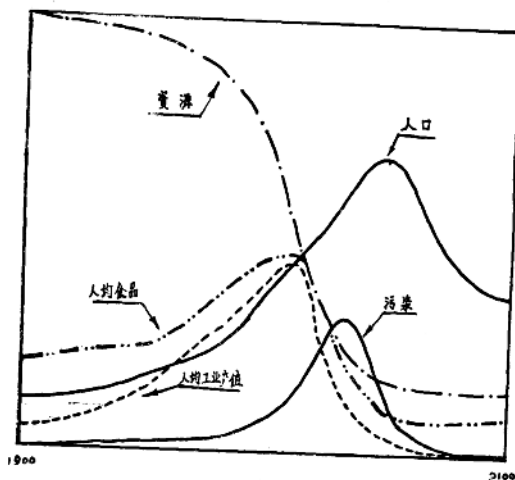
对于人与自然的关系，人类社会的前途，有二种估量。一种是以罗马俱乐部为代表的悲观派。另一种是乐观派，“第三次浪潮”一书，代表了这一观点。

麦道尔斯（D·meadows1972）的“增长的极限”，和哥尔德，史密斯（Glodsmith

1972)的“生存的蓝图”，都是悲观派的代表作。他们的论点在世界上产生了广泛的影响。

麦道尔斯根据人口增长，人均工业产值，人均食品占有量，资源的消耗，环境污染的趋势，建立了一个世界模型（图10）。这种计算显示，如果世界的发展在上面五个方面仍然保持现在的增长势头；那末，在未来的100年内某个时刻，将达到增长的极限。随之，将出现一个不可控的急剧衰退。他们认为追求人类社会经济无限增长是不现实的，而等待自然增长极限未迫使增长停止，又是人类社会的灾难。出路在于人类及早自觉的自我限制增长，也就是“零增长”理论。

图10 世界模型标准计标



人口（总人数）

人均工业产值（每人每年美元数）

污染（一九七〇年水平的倍数）

非再生资源（一九〇〇年储量的分数）

人均食品占有量（每人每年美元数）

零增长的策略要点是：1）保持人口动态平衡，即出生与死亡相等，总人口数不

变。2) 工业的资本稳定, 即投资率与折旧率相等。使总工业投资保持不变。3) 争取把人口, 投资的输入输出的动态平衡保持在最低水平。4) 发展科学技术, 尽可能提高土地(粮食)生产力; 尽可能减少生产单位产品的资源消耗量; 尽可能降低污染排放量。

这种停滞发展的平衡观: 是以现状计量, 和数学推导对未来作出的估量。

卡恩的代表作“世界经济的发展——令人振奋的1978—2000年”; 和阿·托夫勒(1980)的“第三次浪潮”, 是代表乐观派的二本著名著作。他们的基本观点是:

1) 靠传统的大工业化技术已经不能解决现实的重大社会问题, 这条旧路走不通, 要进行“后工业化”的伟大变革。2) 出路在于在新的制高点上, 重新调整人与自然的关系, 放弃“征服自然”; 实现人与自然的协同发展。3) 要充分利用新兴的科学技术, 彻底改变能源结构, 改变掠夺资源的方式, 维护和改善环境质量。

乐观派的估量是建立在对现实世界正在发展的新技术和新观念的基础之上的。是对社会发展进行了历史分析, 明确了工业化社会的弊病, 采取对症下药的途径。所以, 我们国家的领导人指出, 要把它看作是一个挑战, 一个机会, 认真地研究对策。

未来的发展, 已可以从一些即将震撼我们生活巨变的涓涓细流, 看到了它们可汇合为可载浮社会巨轮远航的长河。

例如, 能源结构将出现巨大变化。以化石能源为基础的传统工业, 大量消耗不可再生化石能源, 造成能源枯竭, 和严重的污染; 而新的能源技术, 将更充分地利用可再生能源, 和降低能源消耗, 以适应于新兴工业和社会发展。例如, 生物工程, 海洋工程, 宇航工业, 电子工业技术, 将会大大改变资源的利用方式, 提高可更新资源的持续利用。生物工程会改善食物生产, 生物原料的供应; 海洋工程会为世界开拓新的食物来源, 丰富的矿产原料。电子工业, 和宇航工业的技术, 将会大大改善人们经营管理, 控制人与自然关系的水平。相信, 这些新技术的发展, 会通过生态, 社会, 经济的战略严峻考验, 为人类社会的未来提供良好的机会, 光明的前景。

面临大好的新形势, 大自然保护工作在我国已被提到应有的高度, 受到了极大重视。发展经济, 保护环境, 维护生态平衡, 已经是一项重大国策。保护城乡自然环境, 保护有限的生物资源不遭污染和破坏, 已经列入了经济发展和国民经济计划。从事自然保护工作的人, 肩负的担子更重了。要考虑如何来适应当前和长远利益的要求, 作出更大的贡献。看来, 主要是大自然保护的战略决策, 以及建立合理的人与自然关系的战术方针。

从战略来看, 有二个问题要在认识上求得解决。首先是人与自然的关系, 必需明确“社会与自然的结合”, 不是“人征服自然”。必须学会正确“认识和运用自然规律”来发展社会经济; 求得社会与自然的同步发展, 即生态发展。这是一个观念上的根本转变。从理论是似乎没有人不承认这一点, 但在具体的建设实际中却往往会忽视甚至反对这个观念。其次, 要正确理解“生态平衡”。我们所说的生态平衡, 应当是社会经济发展与自然生态发展的动态平衡。它是在经济增长和自然生产力增长相互适应的基础之上建立起来的平衡。所以, 自然保护工作的战略思想, 要求不断提高平衡的水

平,即提高输入输出量,提高能量,物质能转化效率(生态和经济的),要求提高转化的速率(加快周转)。并且通过适宜的措施,加强人的控制调节,使系统能在维持相对稳定平衡状态下,不断改善和增进它的生态效益和经济效益。

从战术考虑,可以有种种抉择。但为了保证战略目标的实现,首先一个问题要解决,即经济发展规划必须以自然保护为前提。这不仅是一个认识问题,更主要是一个重大的实际问题。要研究发展规划工作的理论和方法。

制定区域的经济发展规划,首先要明确的把区域视为以人类生产活动为中心的人类——环境系统(或生态经济系统)。社会经济目标的实现,一定要通过“社会化的人,联合起来的生产者,合理地调节他们与自然之间物质变换,把它置于他们的共同控制之下,而不是让它作为盲目力量来统治他们自己。”(马克思语)

这就决定了规划工作要服从一个共同规律:“物质,能量输入,利用,变换,贮存,输出平衡”的原则,符合这一生态平衡原则,才能使社会再生产和自然再生产长期持续,生生不息,逐步扩大与发展。同时,也要服从经济的基本规律,即社会经济再生产要依靠于“经济产品(或折算为货币)的生产,分配,变换,消费的平衡。生态平衡与经济平衡联合为生态经济的综合平衡。只有当社会经济活动,通过合理途径,不断调整生产结构,提高生态效率和经济效率,维护综合平衡。社会与自然,人与环境的矛盾才会达到统一。

为了实现生态与经济的综合平衡,谋求最佳的经济生态综合效益。制定区域经济规划必须重视在技术上解决如何对物质,能量变换进行“全面估量”。

这里,“全面”的涵义,包含两个方面。第一,对于不直接表现为经济效益(价值)的能量,物质交换过程,例如参与交换的太阳能,水,土壤肥力,生产废弃物,能量等。过去,在经济学的计算里是不加考虑的。而恰恰是这一部分,会在失控之下,成为强大的盲目力量,造成重大的经济损失。第二,对于森林公益,生物自净等等在人类——环境系统过程中所起的重大经济作用(生态经济效益)。过去也是不考虑的。“全面”,指应当考虑这些绝对不该忽略,而恰恰是规划工作往往会忽略的方面。

当前,“估量”的方法,仍然还有待完善。为了综合评价经济效益与生态效益,正在进行国家经济计算综合指标的开拓性研究。例如,社会净福利(NSW)指标,是国民生产总值(GNP),扣除了生产力下降(DPC),和环境容量下降(DEC)的数值。

$$NSW = GNP - DPC - DEC$$

日本的“国民净福利”指标(1973),则是指以下九个项目的代数和:1、国家消费,2、私人消费。3、国家资本劳务。4、耐用消费品劳务。5、空闲时间。6、家务劳动。7、环保支出。8、污染损失。9 城市化损失。最后三项,是否定的福利因素,是以货币形式反映全国的“生态损失”。按1970年不变价格计算,日本环境污染的损失在国民净福利指标中所占比重,1955年为0.20%,1970年上升为13.8%。其中还未包括许多不易进行货币计算的污染损失;如人体健康的损害,环境中污染集物积累的长远危害等等。

另一方面,也要计量生态环境的肯定效益。例如森林公益的经济计量与评价,即包